

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-033193

(43)Date of publication of application : 31.01.2002

(51)Int.Cl.

H05B 33/14  
C09K 11/06  
H05B 33/22

(21)Application number : 2000-217214

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 13.07.2000

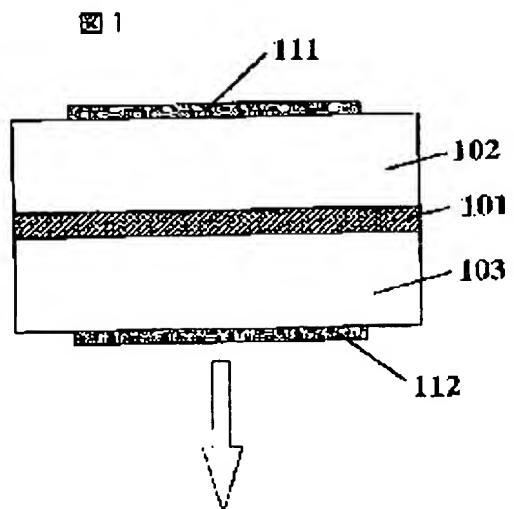
(72)Inventor : OKAI MAKOTO  
MUNEYOSHI YASUHIKO  
YAGUCHI TOMIO  
SASAKI SUSUMU

## (54) ORGANIC LIGHT EMITTING ELEMENT

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To solve the problems in a conventional organic light emitting element, or the necessity of a thinner film for the drive at a low voltage of several volts because the mobility of an organic material is generally as low as  $0.001 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  or less, and the necessity of an electron injection layer or hole injection layer between a luminescent layer and an electrode, which extremely complicates the element structure.

**SOLUTION:** In this organic light emitting element, the organic layer or electron injection layer or hole injection layer thereof is doped with a carbon nanotube to increase the carrier mobility of the organic layer.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The organic light emitting device which has either the electronic injection layer which touches the above-mentioned organic luminous layer an organic luminous layer and if needed, or a hole impregnation layer, and is characterized by the thing of the above-mentioned organic luminous layer, an electronic injection layer, and a hole impregnation layer for which the microfilament matter was included in either at least.

[Claim 2] The organic light emitting device which has either of the plus buffer layers which touch the minus buffer layer or the above-mentioned hole impregnation layer which touches either the electronic injection layer which touches an organic luminous layer and the above-mentioned organic luminous layer or a hole impregnation layer and the above-mentioned electronic injection layer, and is characterized by the thing of the above-mentioned organic luminous layer, an electronic injection layer, a hole impregnation layer, a minus buffer layer, and a plus buffer layer for which the microfilament matter was included in either at least.

[Claim 3] The organic light emitting device characterized by having formed the transparent electrode in one field, hole impregnation layer, or plus buffer layer of the above-mentioned organic luminous layer, and forming transparency or an opaque electrode in another field, electronic injection layer, or minus buffer layer of the above-mentioned organic luminous layer in an organic light emitting device according to claim 1 or 2.

[Claim 4] The organic light emitting device characterized by the microfilament matter containing in specific layer, two or more layers, or all layers of an organic multilayered film in the organic light emitting device which has the laminated structure of a minus electrode, an organic multilayered film, and a plus transparent electrode.

[Claim 5] an organic light emitting device according to claim 1 to 4 -- setting -- the above-mentioned microfilament matter -- detailed carbon fiber \*\*\*\* -- the organic light emitting device characterized by things.

[Claim 6] 5 is [ claim 1 thru/or ] the flat-surface display characterized by establishing a single dimension or the control means which more than one are put [ control means ] in order two-dimensional and makes each organic light emitting device drive independently for the organic light emitting device of a publication either.

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] An electrode is formed up and down and this invention relates to the organic light emitting device and the organic luminescence display which make an organic substance emit light by [ of an organic luminous layer ] impressing an electrical potential difference.

[0002]

[Description of the Prior Art] a gestalt with organic various light emitting devices of an organic monolayer thin film or an organic multilayered film which formed the electrode up and down -- a Japan Society of Applied Physics organic molecule and a bioelectronics subcommittee meeting magazine -- it is collected into 3-12 pages of the 11th volume and No. 1 (2000).

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Generally, the mobility of an organic substance needed thin-filmizing, in order to drive the above-mentioned conventional organic light emitting device by the low battery of several volts below 0.001 square centimeters / Vs, since it is low. Moreover, depending on the case, the electronic injection layer and the hole impregnation layer needed to be prepared between the luminous layer and the electrode, and component structure was very complicated.

[0004]

[Means for Solving the Problem] This invention dopes the microfilament matter which becomes the organic luminous layer of an organic light emitting device from a carbon nanotube etc., and is characterized by enlarging carrier mobility of the above-mentioned organic luminous layer.

[0005] With chirality, a carbon nanotube shows a metallic property or the property like a semi-conductor. The band gap in the case of a semi-conductor can be expected that a to some extent big nanotube shows an almost metallic property at a room temperature almost in inverse proportion to the diameter of a nanotube. Therefore, mobility can be enlarged by making an organic luminous layer contain a carbon nanotube. Moreover, there is very little effectiveness that a carbon nanotube attenuates the optical reinforcement which emits light from an organic luminous layer since it is sufficiently small compared with the wavelength of the light.

[0006] Thus, since a several microns thick organic luminous layer can be used by doping a carbon nanotube to an organic luminous layer, and enlarging carrier mobility of an organic luminous layer, while production becomes very easy, the dependability of a component can also be raised sharply. Moreover, without using a complicated multilayer laminated structure from mobility being high, by the laminated structure of about three layers, since an electron and a hole can be made to recombine efficiently by the organic luminous layer, component structure can be simplified sharply.

[0007]

[Embodiment of the Invention] (Example 1) The 1st example of this invention is explained using drawing 1. As for the organic light emitting device of this example, the electronic injection layer 102 and the hole impregnation layer 103 are formed in both sides of the organic luminous layer 101. The minus electrode 111 is formed on the above-mentioned electronic injection layer 102, the plus transparent electrode 112 is formed in the bottom of the hole impregnation layer 103, and several V electrical potential difference is impressed between two electrodes. And it has composition which takes out the light which was made to generate light and was generated in the direction of an arrow head by combining an electron and a hole efficiently in the above-mentioned luminous layer 101.

[0008] the multi-wall carbon nanotube whose diameter is 30nm here at an electronic injection layer 102 and the hole impregnation layer 103 -- 5wt(s)% -- it adds. Each of thickness of an electronic injection layer 102 and thickness of the hole impregnation layer 103 could be 1 micron.

[0009] By adding a carbon nanotube in an electronic injection layer 102 and the hole impregnation layer 103 like this example, the former is large triple or more figures, and mobility can be carried out. For this reason, the electronic injection layer 102 and the hole impregnation layer 103 of the above thick films can be used.

[0010] Moreover, the thickness of a luminous layer 101 is 50nm, and adds coloring matter to the host organic

substance. Luminescence is based on transition of LUMO (lowest unoccupied molecular orbital) level to the HOMO (highest occupied molecular orbital) level of coloring matter. Then, the desired luminescent color can be obtained by choosing the coloring matter which has the desired energy between LUMO-HOMO.

[0011] In order to combine an electron and a hole efficiently by the luminous layer 101, it is desirable to choose the organic substance which can constitute the following energy diagrams.

[0012] [1] The LUMO level of an electronic injection layer 102 is high in whether it is comparable as the LUMO level of the host organic substance of a luminous layer 101.

[0013] [2] The LUMO level of the hole impregnation layer 103 is higher than the LUMO level of the host organic substance of a luminous layer 101. It is desirable for the electron poured in from the electronic injection layer 102 to be expensive to extent enough dammed up with the LUMO level obstruction of the hole impregnation layer 102.

[0014] [3] The HOMO level of the hole impregnation layer 103 is low in whether it is comparable as the HOMO level of the host organic substance of a luminous layer 101.

[0015] [4] The HOMO level of an electronic injection layer 1023 is lower than the LUMO level of the host organic substance of a luminous layer 101. It is desirable for the hole poured in from the hole impregnation layer 103 to be low to extent enough dammed up with the HOMO level obstruction of an electronic injection layer 102.

[0016] [5] The LUMO level of the host organic substance of a luminous layer 101 is higher than the LUMO level of coloring matter.

[0017] [6] The HOMO level of the host organic substance of a luminous layer 101 is lower than the HOMO level of coloring matter.

[0018] If it is the organic substance in alignment with the above-mentioned guideline, it cannot be concerned with low-molecular and a macromolecule, but various matter can be used.

[0019] According to this invention, 5% or more of external quantum efficiency was able to be attained by impressing the electrical potential difference of 3V to the organic light emitting device which carried out in this way and was produced. Moreover, the long term stability of 30,000 hours was able to be checked by stopping this component using a glass substrate and an epoxy resin.

[0020] in addition -- the above-mentioned example -- an electronic injection layer 102 and the hole impregnation layer 103 -- a carbon nanotube -- 5wt(s)% -- although the added example was shown, the content of a carbon nanotube can be made to fluctuate by the design of organic layer thickness Moreover, it is also possible to add a carbon nanotube to a luminous layer 101.

[0021] Moreover, although the electronic injection layer 102 and the hole impregnation layer 103 were formed in the both sides of a luminous layer 101 in the above-mentioned example, the good property was similarly acquired with the structure in which only the electronic injection layer 102 formed only the hole impregnation layer 103.

[0022] (Example 2) Below, drawing 2 is used and the 2nd example of this invention is explained. In the organic light emitting device of this example, the organic luminous layer 201 of the structure inserted in the electronic injection layer 202 and the hole impregnation layer 203 is the same as that of the 1st example. In this example, the minus buffer layer 204 is formed on an electronic injection layer 202, and the minus electrode 211 is formed on it. Moreover, it has composition which formed the plus buffer layer 205 in the bottom of the hole impregnation layer 203, and formed the plus transparent electrode 212 in the bottom of it.

[0023] the thickness of an electronic injection layer 202 and the hole impregnation layer 203 -- respectively -- 1 micron -- it is -- both them -- a multi-wall carbon nanotube with a diameter of 30nm -- 5wt(s)% -- it added. moreover, the thickness of the minus buffer layer 204 and the plus buffer layer 205 -- 3 microns -- it is -- a multi-wall nanotube with a diameter of 30nm -- 10wt(s)% -- it added.

[0024] If the need [ of being related with the energy diagram of the matter which constitutes each organic layer ] matter is the organic substance which meets the following guidelines in addition to the item indicated in the 1st example, it cannot be concerned with low-molecular and a macromolecule, but can use various matter.

[0025] [7] The LUMO level of the minus buffer layer 204 is high in whether it is comparable as the LUMO level of an electronic injection layer 204.

[0026] [8] The HOMO level of the plus buffer layer 205 is low in whether it is comparable as the HOMO level of the hole impregnation layer 203.

[0027] Thus, by impressing the electrical potential difference of 3V to the organic light emitting device of produced this example, 5% or more of external quantum efficiency was able to be attained. Moreover, the long term stability of 30,000 hours was able to be checked by stopping this component using a glass substrate and an epoxy resin.

[0028] in addition -- this example -- an electronic injection layer 202 -- \*\* -- the hole impregnation layer 203 -- a carbon nanotube -- 5wt(s)% -- further -- the minus buffer layer 204 and the plus buffer layer 205 -- a carbon nanotube -- 10wt(s)% -- although the added example was shown, the content of a carbon nanotube can be made to fluctuate by the design of organic layer thickness Moreover, it is possible to add a carbon nanotube

to a luminous layer 201 as well as an example 1.

[0029] Moreover, at this example, although the minus buffer layer 204 and the plus buffer layer 205 were formed, the same good property was acquired also with the structure which formed only the minus buffer layer 204 or the plus buffer layer 205.

[0030] (Example 3) Below, drawing 3 is used and the 3rd example of this invention is explained. In this example, it has structure which formed the minus electrode 311 in the organic luminous layer 301 bottom, and formed the plus transparent electrode 312 in the bottom. and the thickness of the organic luminous layer 301 -- 1 micron -- it is -- a carbon nanotube -- 5wt(s)% -- it added. It cannot be concerned with low-molecular and a macromolecule, but all the organic substance that has the energy gap between LUMO-HOMO which emits light in a desired wavelength region, or its mixture can be used for an organic luminous layer.

[0031] Thus, by impressing the electrical potential difference of 3V to the produced organic light emitting device, 5% or more of external quantum efficiency was able to be attained. Moreover, the long term stability of 30,000 hours was able to be checked by stopping this component using a glass substrate and an epoxy resin.

[0032] (Example 4) Below, drawing 4 is used and the 4th example of this invention is explained. As shown in drawing 4 (a), after forming the horizontal electrode 401 two or more on a glass substrate 410 and forming the organic multilayers explained later, two or more groups which consist of R length electrode 402, a G length electrode 403, and a B length electrode 404 are formed. The intersection of the horizontal electrode 401 and a vertical electrode set is a luminescence pixel.

[0033] The structure of one pixel of the A-A' cross section of drawing 4 (a) is shown in drawing 4 (b). The organic three-tiered structure of the R electronic injection layer 4021, the R luminous layer 4022, and R hole impregnation layer 4023 is formed in R length electrode 402 bottom. Moreover, the organic three-tiered structure of the G electronic injection layer 4031, the G luminous layer 4032, and G hole impregnation layer 4033 is formed in G length electrode 403 bottom, and the organic three-tiered structure of the B electronic injection layer 4041, the B luminous layer 4042, and B hole impregnation layer 4043 is further formed in B length electrode 404 bottom.

[0034] The animation was able to be displayed by impressing a scan electrical potential difference to the horizontal electrode 401 of the organic light emitting device array of such a configuration, and impressing a signal electrode to a vertical electrode pair.

[0035] Here, although this example showed the three-tiered structure as an organic layer, all the organic multilayer structure shown in the 1st, 2nd, and 3rd examples can be adapted.

[0036]

[Effect of the Invention] As shown in the above example, a several microns thick organic layer can be used by doping a carbon nanotube to an organic layer according to this invention, and enlarging carrier mobility of an organic layer, without using a complicated multilayer laminated structure from mobility being high, an electron and a hole can be made to be able to recombine efficiently by the luminous layer by the laminated structure of about three layers, and component structure can be simplified sharply. Moreover, it comes out to also raise the dependability of a component sharply by this.

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing\_1] The sectional view showing the organic light emitting device of the 1st example of this invention.

[Drawing\_2] The sectional view showing the organic light emitting device of the 2nd example of this invention.

[Drawing\_3] The sectional view showing the organic light emitting device of the 3rd example of this invention.

[Drawing\_4] The top view and sectional view showing the organic luminescence equipment of the 4th example of this invention.

[Description of Notations]

101 [ -- A minus electrode, 112 / -- A plus transparent electrode, 201 / -- An organic luminous layer, 202 / -- An electronic injection layer, 203 / -- A hole impregnation layer, 204 / -- A minus buffer layer, 211 / -- A minus electrode, 205 / -- A plus buffer layer, 212 / -- Plus transparent electrode. ] -- An organic luminous layer, 102 -- An electronic injection layer, 103 -- A hole impregnation layer, 111

[Translation done.]

\* NOTICES \*

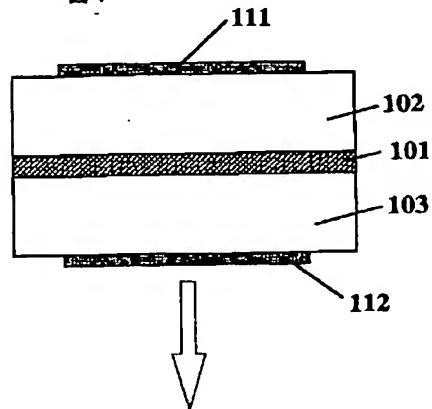
JPO and NCIPI are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

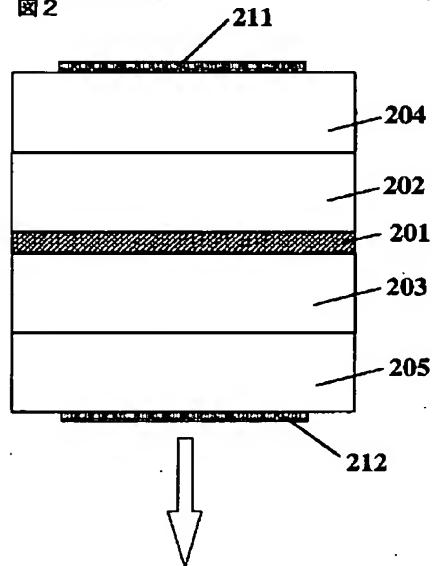
[Drawing 1]

図1



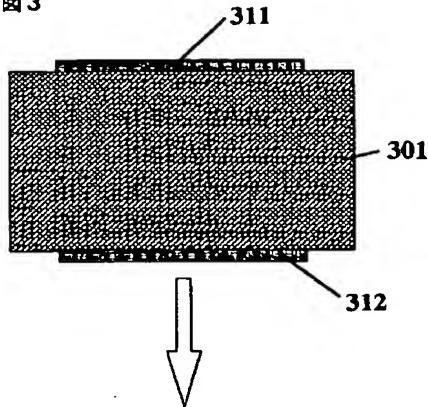
[Drawing 2]

図2



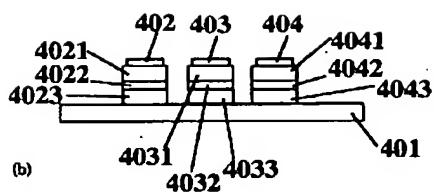
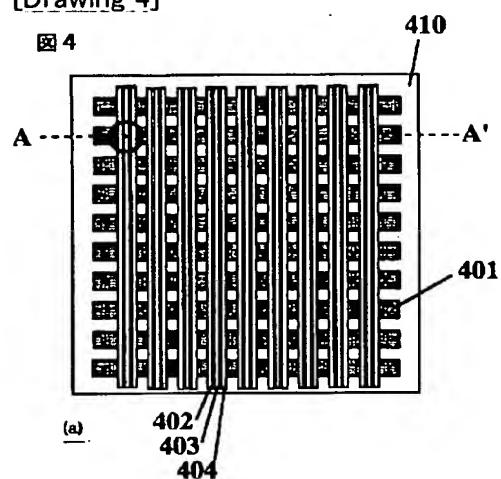
[Drawing 3]

図3



[Drawing 4]

図4



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-33193

(P2002-33193A)

(43)公開日 平成14年1月31日 (2002.1.31)

(51)Int.Cl.  
H 05 B 33/14  
C 09 K 11/06  
H 05 B 33/22

識別記号  
6 0 2  
6 9 0

F I  
H 05 B 33/14  
C 09 K 11/06  
H 05 B 33/22

テマコト<sup>®</sup> (参考)  
B 3 K 0 0 7  
6 0 2  
6 9 0  
A  
C

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願2000-217214(P2000-217214)

(22)出願日 平成12年7月13日 (2000.7.13)

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所  
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 岡井 誠

千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立  
製作所ディスプレイグループ内

(72)発明者 宗吉 恭彦

千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立  
製作所ディスプレイグループ内

(74)代理人 100075096

弁理士 作田 康夫

最終頁に続く

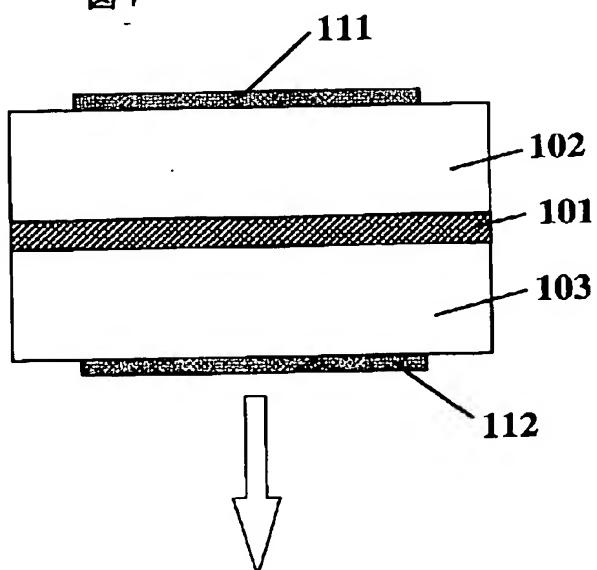
(54)【発明の名称】 有機発光素子

(57)【要約】

【課題】有機物質の移動度は一般に、0.001平方センチメートル/V s以下と低いために、数ボルトの低電圧で駆動するためには、薄膜化が必要であった。また場合によっては、電子注入層やホール注入層を発光層と電極との間に設ける必要があり、素子構造が非常に複雑であった。

【解決手段】有機発光素子の有機層または電子注入層もしくはホール注入層にカーボンナノチューブをドーピングして、有機層のキャリア移動度を大きくする。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】有機発光層および必要に応じて上記有機発光層に接する電子注入層もしくはホール注入層のいずれかを有し、上記有機発光層、電子注入層およびホール注入層の少なくともいずれかに微細纖維物質を含ませたことを特徴とする有機発光素子。

【請求項2】有機発光層および上記有機発光層に接する電子注入層もしくはホール注入層のいずれか、ならびに上記電子注入層に接するマイナスバッファー層もしくは上記ホール注入層に接するプラスバッファー層のいずれかを有し、上記有機発光層、電子注入層、ホール注入層、マイナスバッファー層およびプラスバッファー層の少なくともいずれかに微細纖維物質を含ませたことを特徴とする有機発光素子。

【請求項3】請求項1または2に記載の有機発光素子において、上記有機発光層の一方の面またはホール注入層もしくはプラスバッファー層に透明電極を形成し、上記有機発光層のもう一方の面または電子注入層もしくはマイナスバッファー層に透明または不透明な電極を形成したことを特徴とする有機発光素子。

【請求項4】マイナス電極、有機多層薄膜、プラス透明電極の積層構造を有する有機発光素子において、有機多層薄膜の特定の層または複数の層もしくはすべての層に微細纖維物質が含有されていることを特徴とする有機発光素子。

【請求項5】請求項1ないし4のいずれかに記載の有機発光素子において、上記微細纖維物質が微細炭素纖維であることを特徴とする有機発光素子。

【請求項6】請求項1ないし5のいずれか記載の有機発光素子を一次元あるいは二次元的に複数個並べ、それぞれの有機発光素子を独立に駆動させる制御手段を設けたことを特徴とする平面表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、有機発光層の上下に電極を形成し、電圧を印加することにより有機物質を発光させる有機発光素子および有機発光表示装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】有機単層薄膜あるいは有機多層薄膜の上下に電極を形成した有機発光素子の様々な形態が、応用物理学会有機分子・バイオエレクトロニクス分科会誌第11巻、1号(2000)の3~12頁にまとめられている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】有機物質の移動度は一般に、0.001平方センチメートル/V s以下と低いために、上記従来の有機発光素子を数ボルトの低電圧で駆動するためには、薄膜化が必要であった。また場合によっては、電子注入層やホール注入層を発光層と電極と

の間に設ける必要があり、素子構造が非常に複雑であった。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】本発明は、有機発光素子の有機発光層にカーボンナノチューブなどからなる微細纖維物質をドーピングし、上記有機発光層のキャリア移動度を大きくすることを特徴とするものである。

【0005】カーボンナノチューブはカイラリティーにより、金属的な性質あるいは半導体的な性質を示す。半

10 導体の場合のバンドギャップは、ナノチューブの直径にほぼ反比例し、ある程度大きなナノチューブは、室温ではほぼ金属的な性質を示すと期待できる。そのため、有機発光層にカーボンナノチューブを含有させることにより、移動度を大きくすることができる。また、カーボンナノチューブは、可視光の波長にくらべて十分小さいため、有機発光層から発光する光強度を減衰させる効果は極めて少ない。

【0006】このように、有機発光層にカーボンナノチ

20 ューブをドーピングして、有機発光層のキャリア移動度を大きくすることにより、数ミクロンの厚い有機発光層を用いることができるため、作製が非常に容易になるとともに、素子の信頼性も大幅に向上させることができ。また移動度が高いことから、複雑な多層積層構造を用いることなく、3層程度の積層構造により、有機発光層で効率的に電子とホールを再結合させることができため、素子構造を大幅に簡略化することができる。

## 【0007】

【発明の実施の形態】(実施例1)本発明の第1の実施例を図1を用いて説明する。本実施例の有機発光素子は、有機発光層101の両面に電子注入層102およびホール注入層103が形成されている。上記電子注入層102の上にマイナス電極111を、ホール注入層103の下にプラス透明電極112を形成し、両電極間に数Vの電圧を印加する。そして、上記発光層101において電子とホールを効率的に結合させることにより光を発生させ、発生した光を矢印方向に取り出す構成になっている。

【0008】ここで、電子注入層102とホール注入層103には、直径が30nmのマルチウォールカーボンナノチューブを5wt%添加する。電子注入層102の膜厚およびホール注入層103の膜厚はいずれも1ミクロンとした。

【0009】本実施例のように電子注入層102およびホール注入層103にカーボンナノチューブを添加することにより、移動度を従来の3桁以上大きくすることができます。このため上記のような厚膜の電子注入層102およびホール注入層103を用いることができる。

【0010】また、発光層101の膜厚は50nmであり、ホスト有機物に色素を添加したものである。発光は色素のLUMO (lowest unoccupied molecular orb

ital) レベルからHOMO (highest occupied molecular orbital) レベルの遷移によるものである。そこで、所望のLUMO-HOMO間エネルギーを有する色素を選択することにより、所望の発光色を得ることができる。

【0011】発光層101で効率的に電子とホールを結合させるためには、下記のようなエネルギーダイアグラムを構成できる有機物質を選択することが望ましい。

【0012】〔1〕電子注入層102のLUMOレベルが、発光層101のホスト有機物のLUMOレベルと同程度であるか高い。

【0013】〔2〕ホール注入層103のLUMOレベルが、発光層101のホスト有機物のLUMOレベルよりも高い。電子注入層102から注入された電子が、ホール注入層102のLUMOレベル障壁により、十分せき止められる程度に高いことが望ましい。

【0014】〔3〕ホール注入層103のHOMOレベルが、発光層101のホスト有機物のHOMOレベルと同程度であるか低い。

【0015】〔4〕電子注入層1023のHOMOレベルが、発光層101のホスト有機物のLUMOレベルよりも低い。ホール注入層103から注入されたホールが、電子注入層102のHOMOレベル障壁により、十分せき止められる程度に低いことが望ましい。

【0016】〔5〕発光層101のホスト有機物のLUMOレベルが、色素のLUMOレベルよりも高い。

【0017】〔6〕発光層101のホスト有機物のHOMOレベルが、色素のHOMOレベルよりも低い。

【0018】上記のガイドラインに沿う有機物であれば、低分子・高分子に関わらず、種々の物質を利用することができる。

【0019】本発明によれば、このようにして作製した有機発光素子に3Vの電圧を印加することにより、5%以上の外部量子効率を達成することができた。また、この素子をガラス基板とエポキシ樹脂を用いて封じることにより、3万時間の長期安定性を確認することができた。

【0020】なお、上記実施例では、電子注入層102とホール注入層103にカーボンナノチューブを5wt%添加した例を示したが、有機層膜厚の設計により、カーボンナノチューブの含有量を増減させることができる。また、発光層101にカーボンナノチューブを添加することも可能である。

【0021】また、上記実施例では電子注入層102とホール注入層103を発光層101の両側に設けたが、電子注入層102だけあるいはホール注入層103だけを設けた構造でも同様に良好な特性が得られた。

【0022】(実施例2) つぎに、本発明の第2の実施例を図2を用いて説明する。本実施例の有機発光素子において有機発光層201が、電子注入層202とホール

注入層203ではさまれた構造は第1の実施例と同じである。本実施例では、電子注入層202の上にマイナスバッファー層204を形成し、その上にマイナス電極211を形成している。また、ホール注入層203の下にプラスバッファー層205を形成し、その下にプラス透明電極212を形成した構成になっている。

【0023】電子注入層202とホール注入層203の膜厚はそれぞれ1ミクロンであり、それら両方に直径30nmのマルチウォールカーボンナノチューブを5wt%添加した。また、マイナスバッファー層204とプラスバッファー層205の膜厚は3ミクロンであり、直径30nmのマルチウォールナノチューブを10wt%添加した。

【0024】各有機層を構成する物質のエネルギーダイアグラムに関する必要事項は、第1の実施例で記載した項目にくわえて、つぎのようなガイドラインに沿う有機物であれば、低分子・高分子に関わらず、種々の物質を利用することができる。

【0025】〔7〕マイナスバッファー層204のLUMOレベルが、電子注入層204のLUMOレベルと同程度か高い。

【0026】〔8〕プラスバッファー層205のHOMOレベルが、ホール注入層203のHOMOレベルと同程度か低い。

【0027】このようにして作製した本実施例の有機発光素子に3Vの電圧を印加することにより、5%以上の外部量子効率を達成することができた。また、この素子をガラス基板とエポキシ樹脂を用いて封じることにより、3万時間の長期安定性を確認することができた。

【0028】なお、本実施例では、電子注入層202とホール注入層203にカーボンナノチューブを5wt%、さらにマイナスバッファー層204とプラスバッファー層205にカーボンナノチューブを10wt%添加した例を示したが、有機層膜厚の設計により、カーボンナノチューブの含有量を増減させることができる。また実施例1と同様に、発光層201にカーボンナノチューブを添加することも可能である。

【0029】また、本実施例では、マイナスバッファー層204とプラスバッファー層205を設けたが、マイナスバッファー層204だけ、あるいはプラスバッファー層205だけを設けた構造でも同様の良好な特性が得られた。

【0030】(実施例3) つぎに本発明の第3の実施例を図3を用いて説明する。本実施例では有機発光層301の上側にマイナス電極311を、下側にプラス透明電極312を設けた構造になっている。そして、有機発光層301の膜厚は1ミクロンであり、カーボンナノチューブを5wt%添加した。有機発光層には、低分子・高分子に関わらず、所望の波長域で発光するLUMO-HOMO間エネルギーギャップを有するあらゆる有機物ある

いはその混合物を用いることができる。

【0031】このようにして作製した有機発光素子に3Vの電圧を印加することにより、5%以上の外部量子効率を達成することができた。また、この素子をガラス基板とエポキシ樹脂を用いて封じることにより、3万時間の長期安定性を確認することができた。

【0032】(実施例4) つぎに本発明の第4の実施例を図4を用いて説明する。図4(a)に示すように、ガラス基板401上に横電極401を複数本形成し、後で説明する有機多層膜を形成した後、R縦電極402、G縦電極403、B縦電極404からなる組を複数形成する。横電極401と縦電極セットの交点が発光ピクセルである。

【0033】図4(b)には、図4(a)のA-A'断面の一つのピクセルの構造を示す。R縦電極402の下側には、R電子注入層4021、R発光層4022、Rホール注入層4023の有機3層構造が形成されている。また、G縦電極403の下側には、G電子注入層4031、G発光層4032、Gホール注入層4033の有機3層構造が、さらにB縦電極404の下側には、B電子注入層4041、B発光層4042、Bホール注入層4043の有機3層構造が形成されている。

【0034】このような構成の有機発光素子アレイの横電極401に走査電圧を、縦電極ペアに信号電極を印加することにより、動画を表示させることができた。

【0035】ここで、本実施例では有機層として3層構造を示したが、第1、第2および第3の実施例に示した\*

\*あらゆる有機多層構造が適応可能である。

【0036】

【発明の効果】以上の一実施例に示したように、本発明によれば有機層にカーボンナノチューブをドーピングして、有機層のキャリア移動度を大きくすることにより、数ミクロノの厚い有機層を用いることができ、移動度が高いことから、複雑な多層積層構造を用いることなく、3層程度の積層構造により発光層で効率的に電子とホールを再結合させることができ、素子構造を大幅に簡略化することができる。また、これにより素子の信頼性も大幅に向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の有機発光素子を示す断面図。

【図2】本発明の第2の実施例の有機発光素子を示す断面図。

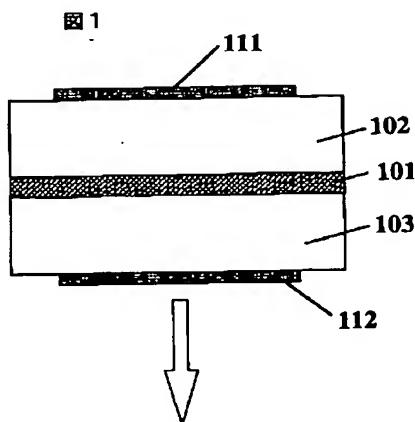
【図3】本発明の第3の実施例の有機発光素子を示す断面図。

【図4】本発明の第4の実施例の有機発光装置を示す平面図および断面図。

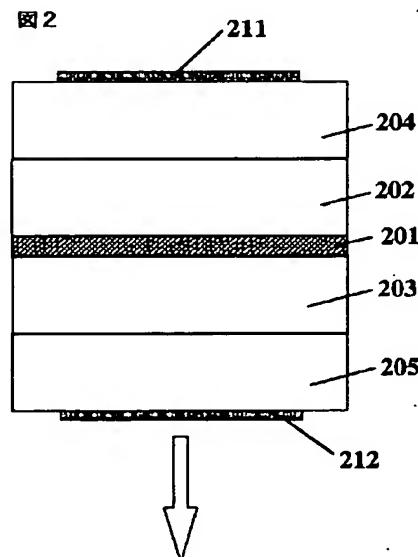
【符号の説明】

101…有機発光層、102…電子注入層、103…ホール注入層、111…マイナス電極、112…プラス透明電極、201…有機発光層、202…電子注入層、203…ホール注入層、204…マイナスバッファー層、211…マイナス電極、205…プラスバッファー層、212…プラス透明電極。

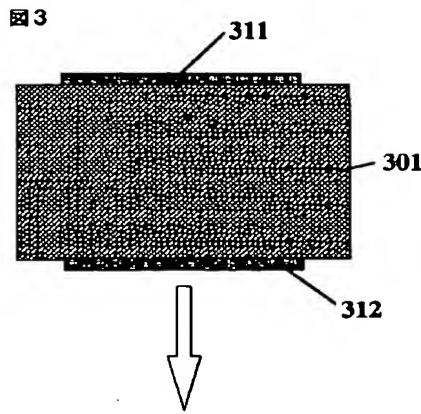
【図1】



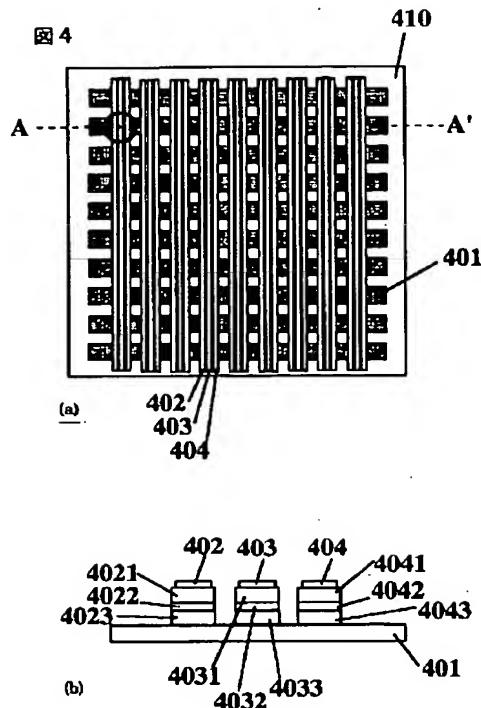
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 矢口 富雄

千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立  
製作所ディスプレイグループ内

(72)発明者 佐々木 進

千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立  
製作所ディスプレイグループ内  
F ターム(参考) 3K007 AB06 AB11 BA06 CA01 CB01  
DA01 DB03 DC00 EB00